

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

⑯ DE 195 11 844 A 1

⑯ Int. Cl. 8:

**B 60 T 13/10**

B 60 T 8/28

B 60 T 8/30

B 60 T 13/66

B 60 T 13/52

⑯ Aktenzeichen: 195 11 844.8

⑯ Anm. Idetag: 31. 3. 95

⑯ Offenlegungstag: 2. 10. 96

⑯ Anmelder:

ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

⑯ Erfinder:

Schonlau, Jürgen, 65396 Walluf, DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 43 32 838 C1

DE 42 34 043 C1

DE 42 34 041 C1

DE 40 28 290 C1

DE 43 24 205 A1

DE 43 09 850 A1

DE 40 04 065 A1

DE 40 03 957 A1

DE 39 43 002 A1

DE 38 44 068 A1

DE 34 32 841 A1

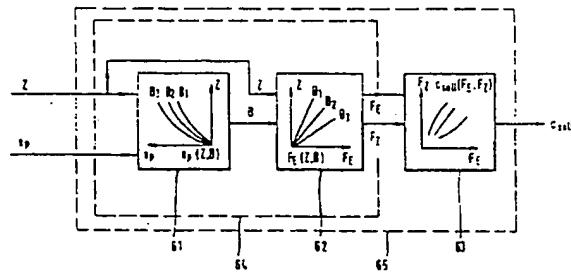
EP 01 36 689 A2

Automobil Revue, Nr.38/16. Sept. 1993, S.33;

PICKENHAHN, Josef: Elektronisch geregelter  
Bremskraftverstärker. In: ATZ Automobiltechnische  
Zeitschrift 97, 1995, 1, S.36,37;

⑯ Verfahren zum Betrieb eines Bremskraftverstärkers

⑯ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Bremskraftverstärkers mit bedarfsgerecht schaltbarem Verstärkungsfaktor, wobei der Bedarf aus Indikatoren ermittelt wird, die einen Verzögerungswunsch anzeigen. Diese Indikatoren werden mit der tatsächlichen Verzögerung des Fahrzeugs in Relation gesetzt und der sich daraus ergebende bedarfsgerechte Verstärkungsfaktor wird zumindest während eines Bremsvorgangs quasi-kontinuierlich ermittelt und eingestellt.



DE 195 11 844 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 96 602 040/393

11/28

DE 195 11 844 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Bremskraftverstärkers mit bedarfsgerecht schaltbarem Verstärkungsfaktor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiges Verfahren ist bereits aus der DE 42 34 043 C1 bekannt. Hierbei ist eine Umschalteinrichtung vorgesehen, die den Bremskraftverstärker auf einem Betrieb mit erhöhtem Verstärkungsfaktor umschaltet, wenn die Geschwindigkeit mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, einen Schwellenwert überschreitet. Diese Umschaltfunktion tritt nur im Fall einer Panikbremsung auf, bei der das Bremspedal erfahrungs- gemäß zunächst schnell betätigt wird, dann aber vom Fahrer eine für die erforderliche Verzögerung zu geringe Fußkraft auf das Pedal ausgeübt wird.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren vorzuschlagen, mit Hilfe dessen der Verstärkungsfaktor eines Bremskraftverstärkers in jeder Fahr- situation bedarfsgerecht geschaltet werden kann.

Erfindungsgemäß wird dazu vorgeschlagen, den oder die einen Verzögerungswunsch anzeigen Indikatoren mit der tatsächlichen Verzögerung des Fahrzeugs in Relation zu setzen, und den sich daraus ergebenden bedarfsgerechten Verstärkungsfaktor zumindest während eines Bremsvorgangs quasi-kontinuierlich, d. h. entweder analog, oder in sehr kurzen Zeitabständen, zu ermitteln und einzustellen. Dies hat den Vorteil, daß der Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers, d. h. die Abhängigkeit zwischen Eingangs- und Ausgangskraft, kontinuierlich variiert werden kann. Der Verzögerungswunsch kann dabei sowohl durch den Fahrer des Kraftfahrzeugs (Betätigen des Bremspedals) als auch durch eine Fremdbremsanlage (z. B. Regelung der Fahrdynamik, ASR, automatisches Abstandthalten o. ä.) generiert sein.

Die bei herkömmlichen Anlagen bestehende Abhängigkeit der erreichten Fahrzeugverzögerung von Fahrzeugvariablen Parametern, beispielsweise der Fahrzeugmasse sowie toleranzbehafteten Parametern, beispielsweise dem hydraulischen Wirkungsgrad der Bremsanlage oder den Belagreibwerten, beeinflußt das Verhältnis der eingebrachten Fußkraft zur erreichten Fahrzeugverzögerung. In der Praxis bedeutet dies eine geringere Abbremsung des beladenen Fahrzeugs gegenüber dem leeren Fahrzeug bei gleicher Fußkraft. Im Fall von Bremsbelag-Fading, d. h. einem stark erniedrigten Reibwert der Bremsbeläge, wird ebenfalls eine geringere Abbremsung des Fahrzeugs erzielt als im Normalzustand. Diese Schwankungen im Verzögerungs-/Fußkraft-Verhältnis äußern sich in einer für den Fahrer spürbaren Veränderung des gewohnten Fahrzeugsverhaltens. Die erfindungsgemäße kontinuierliche Anpassung des Verstärkungsfaktors an die tatsächliche Verzögerung ermöglicht ein konstantes Verhältnis von Fahrzeugverzögerung zu eingebrachter Fußkraft. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es möglich, bekannte umschaltbare Vakuumbremskraftverstärker zu verwenden, die lediglich in geringem Umfang modifiziert werden müssen. Die bekannten Vorteile können beibehalten werden, eine aufwendige Neuentwicklung ist nicht erforderlich.

Besonders vorteilhaft ist es, als Indikator für den Verzögerungswunsch ein dem hydraulischen Druck in der Bremsanlage proportionales Signal zu verwenden. Dieser Indikator ist vorzugsweise der Weg des Membrantellers des Bremskraftverstärkers relativ zum Verstär-

kergehäuse, kann aber beispielsweise auch der Weg der Betätigungsstange oder derjenige der Druckstange des Bremskraftverstärkers sein.

Erfindungsgemäß wird der Verstärkungsfaktor Z anhand der Indikatorwerte und der tatsächlichen Verzögerung V aus einem Kennlinienfeld ermittelt, welches beispielsweise in einer elektronischen Speichereinheit abgelegt sein kann. Ein derartiges Kennlinienfeld kann für jeden Fahrzeugtyp in Fahrversuchen ermittelt und entsprechend einprogrammiert werden. Es ist hierbei aber auch möglich, statt eines Kennlinienfeldes einen funktionalen Zusammenhang zu finden, bzw. Kennlinien durch einen angenäherten funktionalen Zusammenhang zu ersetzen.

Weiterhin ist erfindungsgemäß vorgesehen, aus der tatsächlichen Fahrzeugverzögerung und einem Verzögerungswunsch einen Pseudo-Beladungszustand des Fahrzeugs zu ermitteln, der zum einen einer geänderten Fahrzeugmasse, zum anderen aber auch einem geänderten hydraulischen Wirkungsgrad oder geänderten Belagreibwerten Rechnung trägt. Anhand dieses Pseudo-Beladungszustands kann der erforderliche Verstärkungsfaktor ermittelt werden.

Die Änderung des Verstärkungsfaktors des Bremskraftverstärkers kann dadurch simuliert werden, daß eine zusätzliche in Betätigungsrichtung der Betätigungsstange gerichtete Zusatzkraft aufgebracht wird. Dies kann durch eine geeignete Lageregelung eines dritten Dichtsitzes geschehen, wodurch eine der Fußkraft des Fahrers überlagerte Betätigung erfolgt und die relativen Ruhelagen (Druckhaltephase) von Steuergehäuse und Kolbenstange gegeneinander verschoben werden. Es ist hierbei auch möglich, eine variable Zusatzkraft über eine Feder aufzubringen, deren Vorspannung variiert werden kann.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung anhand der Abbildungen. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen Bremskraftverstärker zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 Diagramme p (Z, B) und F<sub>E</sub> (Z, B),

Fig. 3 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Das lediglich schematisch angedeutete Verstärkergehäuse 1 des in der Zeichnung dargestellten erfindungsgemäßen Unterdruckbremskraftverstärkers ist durch eine axial bewegliche Wand 2 in eine Arbeitskammer 3 und eine Unterdruckkammer 4 unterteilt. Die axial bewegliche Wand 2 besteht aus einem aus Blech tiefgezogenen Membranteller 8 und einer daran anliegenden flexiblen Membran 18, die nicht näher dargestellt zwischen dem äußeren Umfang des Membrantellers 8 und dem Verstärkergehäuse 1 eine Rollmembran als Abdichtung bildet.

Ein durch eine Betätigungsstange 7 betätigbares Steuerventil 12 ist in einem im Verstärkergehäuse 1 abgedichtet geführten, die bewegliche Wand 2 tragenden Steuergehäuse 5 untergebracht und besteht aus einem am Steuergehäuse 5 ausgebildeten ersten Dichtsitz 15, einem an einem mit der Betätigungsstange 7 verbundenen Ventilkolben 9 ausgebildeten zweiten Dichtsitz 16 sowie einem mit beiden Dichtsitz 15, 16 zusammenwirkenden Ventilkörper 10, der mittels einer sich an einem Halter 21 abstützenden Ventilfeder 22 gegen die Ventilsitze 15, 16 gedrückt wird. Die Arbeitskammer 3 ist mit der Unterdruckkammer 4 über einen seitlich im Steuergehäuse 5 verlaufenden Kanal 28 verbindbar.

Die Bremskraft wird über eine stirnseitig am Steuergehäuse 5 anliegende gummielastische Reaktionsschei-

be 6 sowie eine einen Kopfflansch 23. aufweisende Druckstange 14 auf einen Betätigungs Kolben eines nicht dargestellten Hauptzylinders der Bremsanlage übertragen, der an der unterdruckseitigen, nicht gezeigten Verstärkergehäusehälfté angebracht ist.

Eine in der Zeichnung schematisch dargestellte Rückstellfeder 26, die sich an der unterdruckseitigen Stirnwand des Verstärkergehäuses 1 an einem nicht gezeigten Flansch abstützt, hält die bewegliche Wand 2 in der gezeigten Ausgangsstellung. Außerdem ist eine zweite Druckfeder 27 vorgesehen, die einerseits an der Betätigungsstange 7 und andererseits am Halterung 21 abgestützt ist und deren Kraft für eine Vorspannung des Ventilkolbens 9 bzw. seines Ventilsitzes 16 gegenüber dem Ventilkörper 10 sorgt.

Um die Arbeitskammer 3 bei der Betätigung des Steuerventils 12 mit der Atmosphäre verbinden zu können, ist schließlich im Steuergehäuse 5 ein annähernd radial verlaufender Kanal 29 ausgebildet. Die Rückkehrbewegung des Ventilkolbens 9 am Ende eines Bremsvorganges wird dabei durch ein Querglied 11 begrenzt, das in der in der Zeichnung gezeigten Lösestellung des Unterdruckbremskraftverstärkers an einem im Verstärkergehäuse 1 ausgebildeten Anschlag 38 anliegt.

Wie der Zeichnung weiter zu entnehmen ist, weist der Ventilkörper 10 eine mit den beiden Dichtsitz 15, 16 zusammenwirkende ringförmige Dichtfläche 44 auf, die mittels einer metallischen Versteifungsscheibe 45 verstift ist.

Um eine von der Betätigungsstange 7 unabhängige Fremdbetätigung des erfundungsgemäßen Unterdruckbremskraftverstärkers einzuleiten ist radial zwischen dem ersten Dichtsitz 15 und dem zweiten Dichtsitz 16 ein dritter Dichtsitz 24 vorgesehen, der mittels eines Elektromagneten 20 betätigbar ist, der vorzugsweise in einer axialen topfförmigen Verlängerung 25 des Ventilkolbens 9 angeordnet ist und demnach zusammen mit dem Ventilkolben 9 im Steuergehäuse 5 verschiebbar ist. Der Elektromagnet 20 besteht aus einer auf einem innerhalb der Verlängerung 25 befestigten Führungsteil 37 aufgesteckten Spule 46 sowie einem darin verschiebbar angeordneten zylindrischen Anker 31, der mit einem Stift 32 unlösbar verbunden ist, der einerseits im Führungsteil 37 und andererseits in einem die Verlängerung 25 verschließenden Verschlußteil 30 geführt wird. Durch den Anker 31 einerseits und das Führungsteil 37 andererseits wird ein Arbeitsluftspalt 41 des Elektromagneten 20 begrenzt. An seinem der Betätigungsstange 7 zugewandten Ende trägt der Stift 32 eine Kraftübertragungsplatte 33, die vorzugsweise rechteckig ausgebildet und in einer radialen Nut 36 des Ventilkolbens 9 angeordnet ist und die eine Übertragung der vom Elektromagneten 20 aufgebrachten Fremdbetätigungs Kraft auf den dritten Dichtsitz 24 ermöglicht. Der dritte Dichtsitz 24 ist zu diesem Zweck an einem im Steuergehäuse 5 abgedichtet geführten Ring 34 ausgebildet, der mittels zweier bzw. mehrerer Haltearme 35 mit der Kraftübertragungsplatte 33 verbunden ist. Zwischen dem teilweise ins Verschlußteil 30 hineinragenden Anker 31 und dem Führungsteil 37 ist eine Druckfeder 40 angeordnet, die den Anker 31 in seiner Ausgangslage hält, in der der dritte Dichtsitz 24 gegenüber dem am Ventilkolben 9 ausgebildeten zweiten Dichtsitz 16 um den Abstand  $b_{\max}$  axial versetzt angeordnet ist. Das im Steuergehäuse 5 geführte Verschlußteil 30 liegt an der vorhin erwähnten Reaktionsscheibe 6 an und ermöglicht eine Übertragung der an der Betätigungsstange 7 eingeleiteten Eingangskraft auf die Reaktionsscheibe 6.

Bei einer durch Bestromen der Spule 46 eingeleiteten Fremdbremsung wird der Anker 31 entgegen der Kraft der Druckfeder 40 in der Zeichnung nach rechts verschoben, wodurch der Wert  $s$  des Arbeitsluftspalts 41 kleiner als der Ausgangswert  $s_{\max}$  wird und der dritte Dichtsitz 24 zunächst nach Überbrückung des Abstandes  $b_{\max}$  an der Dichtfläche 44 des Ventilkörpers 10 zur Anlage kommt. Der Wert des Arbeitsluftspalts 41 beträgt dann  $s = s_{\max} - b_{\max}$ . Durch diese Anlage wird der am Steuergehäuse 5 ausgebildete erste Dichtsitz 15 wirkungsmäßig überbrückt, so daß keine Verbindung zwischen Unterdruckkammer 4 und Arbeitskammer 3 mehr besteht. Anschließend bewegen sich der dritte Dichtsitz 24 und der Ventilkörper 10 zusammen weiter, wobei der zweite Dichtsitz 16 geöffnet und die Arbeitskammer 3 belüftet wird. Die Bewegung des dritten Dichtsitzes 24 dauert maximal so lange, bis der Anker 31 am Führungsteil 37 anschlägt und der Arbeitsluftspalt 41 zwischen den beiden Teilen zu Null wird ( $s = 0$ ).

Bei fehlender Betätigungs Kraft an der Betätigungsstange 7 läuft das Steuergehäuse 5 relativ zum Ventilkolben 9 um einen Weg vor, der maximal dem Abstand  $a_{\max}$  zwischen dem Querglied 11 und einer am Steuergehäuse 5 ausgebildeten Anschlagfläche 39 entspricht. Ursache hierfür ist die Kolbenstangenrückfeder 27, die über die Betätigungsstange 7 den Ventilkolben 9 nach rechts bewegt und versucht, den zweiten Dichtsitz 16 wieder zu schließen. Da sich aber der dritte Dichtsitz 24 auf Grund der festen Verbindung von Elektromagnet 20 und Ventilkörper 9 synchron mitbewegt, wird der Spalt zwischen dem Ventilkörper 10 und dem zweiten Dichtsitz 16 offen gehalten, und zwar um das Maß  $s_{\max} - b_{\max}$  (für  $s = 0$ ). Hierdurch wird die Arbeitskammer 3 mit der Atmosphäre verbunden und es wird eine Bremskraft in den Hauptzylinder ermöglicht.

Solange der dritte Dichtsitz 24 über den zweiten Dichtsitz 16 hinaus nach rechts verschoben ist ( $s < s_{\max} - b_{\max}$ ), wird die Arbeitskammer 3 belüftet. Bewirkt durch eine Stromänderung im Elektromagnet 20 kann der dritte Dichtsitz 24 soweit nach links verschoben werden, daß er auf gleicher Höhe mit dem zweiten Dichtsitz 16 liegt, wobei letzterer auf dem Ventilkörper 10 zur Anlage kommt. Dabei werden die Arbeitskammer 3 und die Unterdruckkammer 4 gegeneinander und von der Atmosphäre abgetrennt. Der in der Arbeitskammer 3 herrschende Druck wird beibehalten, die Stellung des Membrantellers 8 bleibt konstant und somit auch die über die Druckstange 14 auf den nicht dargestellten Hauptzylinder ausgeübte Kraft. Dies entspricht einer Druckhaltephase, die solange andauert, wie der Elektromagnet 20 mit einem konstanten Strom beaufschlagt wird und somit der Anker 31 eine feste Stellung bezüglich dem Ventilkolben 21 einnimmt.

Soll die Bremskraft nun fremdbetätigt erhöht werden, so wird der den Elektromagnet 20 beaufschlagende Strom erhöht, wodurch der Anker 31 weiter nach rechts verschoben wird. Der Wert des Arbeitsspalt beträgt dann  $s < s_{\max} - b_{\max}$ . Gleichzeitig verschiebt der dritte Dichtsitz 24 den Ventilkörper 10 geringfügig nach rechts, so daß der zweite Dichtsitz 16 abhebt und die Arbeitskammer 3 mit Atmosphäre verbunden. Die Druckerhöhungsphase hält so lange an, bis der dritte Dichtsitz 24 wieder in die Druckhaltestellung ( $s = s_{\max} - b_{\max}$ ) verschoben ist, d. h. der zweite Dichtsitz 16 wieder am Ventilkörper 10 anliegt.

Ein geringer Druckabbau kann dadurch erzielt werden, daß der den Elektromagnet 20 beaufschlagende Strom geringfügig vermindert wird, wodurch der Ar-

beitsspalt 41 größer wird ( $s > s_{\max} \cdot b_{\max}$ ) und der dritte Dichtsitz 24 von dem Ventilkörper 10 abhebt. Somit wird eine Verbindung zwischen der Unterdruckkammer 4 und der Arbeitskammer 3 hergestellt, wobei der Druck in letzterer abgebaut wird und sich das Steuergehäuse 5 nach rechts verschiebt. Dieser Druckabbau hält solange an, bis entweder der dritte Dichtsitz 24 oder der erste Dichtsitz 15 am Ventilkörper 10 zur Anlage kommen. Erstes tritt ein, wenn der den Elektromagnet 20 beaufschlagende Strom wieder entsprechend erhöht wird, so daß  $s = s_{\max} \cdot b_{\max}$  gilt. Letzteres entspricht einem kompletten Druckabbau. Über den offenen ersten Dichtsitz 15 wird die Arbeitskammer 3 dabei solange entlüftet, bis die Rückstellfeder 26 die Steuergruppe in ihre Ausgangslage zurückgestellt hat und das Querglied 11 am Anschlag 38 zur Anlage kommt. Der Ventilkolben steht nun bezüglich des Verstärkergehäuses 1 fest, das Steuergehäuse 5 kann sich solange bewegen, bis es an der auf der Zeichnung linken Seite des Querglieds 11 zur Anlage kommt und der erste Dichtsitz 15 geschlossen wird. Das Gerät ist dann in Lösestellung.

Im Ausschnitt A der Fig. 1 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel des Bereichs der Reaktionsscheibe 6 angegeben.

Dabei ist eine Tellerfeder 70 im Steuergehäuse 5 um den Verschlußteil 30 herum angeordnet. Tellerfeder 70 und Verschlußteil 30 können über eine aus festem Material bestehende Scheibe 71 auf die aus elastomerem Material bestehende Reaktionsscheibe 6 einwirken. Je größer der Abstand  $c_{\text{ soll}}$  der Ruhelagen von Steuergehäuse 5 und Verschlußteil 30 ist, desto größer ist der Anteil der Reaktionskraft, der durch die Feder 70 auf genommen wird. Dies entspricht einer zusätzlich zur vom Fahrer auf die Betätigungsstange 7 ausgeübten Zusatzkraft.

Eine Normalbremsung, d. h. eine Bremsung ohne Fremdbetätigung des Bremskraftverstärkers läuft wie folgt ab:

Eine vom Fahrer des Kraftfahrzeugs über ein Pedal auf die Betätigungsstange 7 ausgeübte Kraft bewirkt, daß sich der Ventilkolben 9 nach links bewegt. Da dabei zunächst die Vorspannkraft der Kolbenstangenrückfeder 27 überwunden werden muß, hebt der zweite Dichtsitz 16 erst nach Überschreiten einer Mindestkraft vom Ventilkörper 10 ab.

Dabei wird die Arbeitskammer 3 belüftet, der zwischen Arbeitskammer 2 und Unterdruckkammer 4 herrschende Druckunterschied bewirkt, daß sich der Membranteller 8 nach links bewegt. Diese Bewegung wird über die Reaktionsscheibe 6 auf die Druckstange 14 und somit auf den Hauptzylinder übertragen. Die vom Kopf flansch 43 auf die Reaktionsscheibe 6 ausgeübte Reaktionskraft bewirkt, daß diese sich in den in der Ruhestellung zwischen ihr und dem Verschlußteil 30 befindlichen Hohlraum 51 eindringt und somit auch einen Teil der Reaktionskraft auf die Betätigungsstange 7 überträgt. Je weiter der Membranteller 8 nach links verschoben ist, desto größer wird der Anteil der Reaktionskraft der auf die Betätigungsstange 7 wirkt und dem Fahrer ein Gefühl für den hydraulischen Druck in der Bremsanlage, und somit für die Stärke der Bremsung vermittelt. Insbesondere die Keilform des Verschlußteils 30 bewirkt, daß zunächst lediglich die Spitze anliegt (geringerer Flächenanteil) und bei weiterem Eindringen der Reaktionsscheibe nach und nach die gesamte Fläche des Verschlußteils 30 (großer Flächenanteil).

Ist das Fahrzeug schwer beladen, so ist ein erhöhter hydraulischer Druck in der Bremsanlage erforderlich, um die gleiche Verzögerung wie bei einem unbeladenen

Fahrzeug zu erhalten. Dies ist in dem linken Diagramm der Fig. 2 gezeigt, in dem für verschiedene Beladungszustände B des Fahrzeugs der Zusammenhang zwischen in der Bremsanlage herrschendem Druck p (Z, B) und der tatsächlichen Fahrzeugverzögerung Z dargestellt ist. Dabei entspricht die Kurve mit dem Parameter  $B_1$  einem leeren Fahrzeug, die Kurven mit den Parametern  $B_2, B_3$  und  $B_4$  verschieden schwer beladenen Fahrzeugen und die Kurve mit dem Parameter  $B_5$  einem "Weichwerden" der Bremsbeläge, dem sogenannten Fading. Letzteres kann auch bei leerem Fahrzeug auftreten, so daß  $B_5$  einem Pseudo-Beladungszustand entspricht. Bei konstantem Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers ist der in der Bremsanlage herrschende Druck p proportional  $s_p$ , was durch in Klammern aufgeführte  $s_p$  angedeutet ist. Den Kurven im linken Teil der Fig. 2 können entsprechende Kurven im rechten Teil zugeordnet werden, die die vom Fahrer aufzuwendende Eingangskraft  $F_E (Z, B)$  in Abhängigkeit von der Verzögerung Z und dem Beladungszustand B des Fahrzeug darstellen. Da der Verstärkungsfaktor V des Bremskraftverstärkers konstant ist, ergeben sich für verschiedene Beladungszustände  $B_1$  bis  $B_5$  verschiedene stark geneigte Kennlinien  $F_E (Z, B)$ . Das heißt, die vom Fahrer aufzuwendende Kraft  $F_E$  entspricht für verschiedene Beladungszustände B verschiedenen Verzögerungswerten Z.

Im Bremskraftverstärker sind folgende Sensoren angeordnet: Ein Hall-Sensor 19 ist im Verschlußteil 30 gegenüber einem im Steuergehäuse 5 angeordneten Permanentmagnet 47 angeordnet und sensiert somit die Relativlage von erstem Dichtsitz 15 zu zweitem Dichtsitz 17. Ein weiterer Hall-Sensor 49 ist im Verschlußteil 30 gegenüber einem Permanentmagnet 48 angeordnet, welcher im Anker 31 befestigt ist. Der Hallsensor 49 sensiert somit die relative Lage von zweitem Dichtsitz 16 zu drittem Dichtsitz 24. Vorteilhafterweise sind die Hall-Sensoren 19 und 49 im Verschlußteil 30 angeordnet, da dieses ohnehin mit einem Kabel 52 zur Versorgung des Elektromagnets 20 nach außen verbunden ist. Es ist aber durchaus möglich entsprechende Sensoren an anderen geeigneten Stellen anzutragen. Am Verstärkergehäuse 1 ist ein Wegsensor 53 angeordnet, der über ein Sensorelement 13 den Weg m der Membran 8 sensiert. Die Lage auch dieses Sensors ist nur schematisch angedeutet. Aus den Meßwerten der Sensoren 19 und 53 kann der Redalweg  $s_p$ , den die Betätigungsstange 7 zurücklegt, ermittelt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nun anhand der Fig. 3 erläutert.

Ein Verzögerungssignal Z, welches aus den Meßwerten von RadSENSOREN in bekannter Weise erzeugt werden ist und der in der Bremsanlage herrschende Druck p bzw. ein diesem Druck proportionales Signal wie der Weg m des Membrantellers 8 oder der Pedalweg  $s_p$  werden in einer ersten Verarbeitungsstufe 61 zur Ermittlung des Beladungszustands B verknüpft. Dies erfolgt anhand einer Kennlinienschar  $p (Z, B)$ , wie zum linken Teil der Fig. 2 beschrieben.

In einer zweiten Verarbeitungsstufe 62 werden Beladungszustand B und tatsächliche Fahrzeugverzögerung Z anhand einer Kennlinienschar  $F_E (Z, B)$  verknüpft. Dies kann anhand eines Kennlinienfelds entsprechend dem rechten Teil der Fig. 2 erfolgen. Ausgangsgrößen sind hier sowohl der tatsächliche Wert  $F_E (Z, B)$  als auch eine theoretische Zusatzkraft  $F_Z = F_E (Z, B) - F_E (Z, B_1)$  die der Differenz der tatsächlich aufgewandten Eingangskraft beim Beladungszustand B zu der bei unbeladenem Fahrzeug bei gleicher Verzögerung aufzubrin-

genden Eingangskraft  $F$  entspricht.

In einer dritten Verarbeitungsstufe 63 werden die Werte  $F$ ,  $Z$  zur Ermittlung eines Sollwerts  $c_{\text{soll}}$  verknüpft, der dem Abstand von Steuergehäuse 5 und Verschlußteil 30 entspricht.

Dieser Sollwert wird im Lageregler des dritten Dichtsitz 24, der den Elektromagnet 20 entsprechend regelt, als Sollwert vorgegeben; der Istwert wird vom Hall-Sensor geliefert.

Die Kennlinienfelder der ersten Verarbeitungsstufe 62 können kombiniert werden, so daß die gestrichelt angedeutete Verarbeitungsstufe 64 entsteht. Auch diese kann mit der dritten Verarbeitungsstufe zur ebenfalls gestrichelt angedeuteten Verarbeitungsstufe 65 kombiniert sein. Der Sollwert  $c_{\text{soll}}$  wird somit direkt aus der Fahrzeugverzögerung  $Z$  und einem dem Druck  $p$  der Bremsanlage entsprechenden Signal ermittelt.

Der Verlauf eines entsprechenden Regelvorgangs wird nun anhand der Fig. 2 beschrieben. Der Pedalweg  $s_p$  wird mit der tatsächlichen Verzögerung  $Z_{\text{ist}}$  zur Ermittlung des Beladungszustands, hier  $B_2$  verknüpft (linker Teil der Fig. 2). Aus dem Wert von  $B_2$  und  $Z_{\text{ist}}$  wird die tatsächliche Eingangskraft  $F_{\text{ist}}$  im rechten Teil der Fig. 2 ermittelt. Aus dem Vergleich mit der dem leeren Fahrzeug (Beladungszustand  $B_1$ ) entsprechenden Wert  $F_{\text{soll}}$  zur Verzögerung  $Z_{\text{ist}}$  ergibt sich eine Zusatzkraft  $F_Z$ , die aufgebracht werden muß, damit der Fahrer das Gefühl eines unbeladenen Fahrzeugs ( $F_{\text{soll}}$ ) vermittelt bekommt.

Der Wert  $c_{\text{soll}}$  wird wie zu Fig. 3 beschrieben ermittelt und eingestellt bzw. als Sollwert vorgegeben und eingeregelt, wobei das Steuergehäuse 5 relativ zur Betätigungsstange 7 nach links verschoben wird, wodurch sich der Druck in der Bremsanlage erhöht. Der Weg  $s_p$  der Betätigungsstange 7 ändert sich dabei nicht, wohl aber der Druck  $p$ , die Fahrzeugverzögerung  $Z$  erhöht sich auf den Wert  $Z_{\text{soll}}$ . Die Kennlinie  $B_1$  des leeren Fahrzeugs wird eingenommen. Es ist daher erforderlich, zur Bestimmung des Beladungszustands den Pedalweg zu kennen. Das angeführte Beispiel ist mit stark überhöhten Werten dargestellt. Tatsächlich erfolgt die Auswertung der Eingangssignale in extrem kurzen Zeitabständen, d. h. quasi-kontinuierlich, so daß nur sehr geringe, vom Fahrer nicht zu spürende Sprünge in der Verzögerung  $Z$  auftreten. Die Abweichung des tatsächlichen Fahrzeugzustands von der Leerkennlinie  $B_1$  liegt in einem schmalen Band um die Idealkennlinie des leeren Fahrzeugs.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Verstärkergehäuse
- 2 bewegliche Wand
- 3 Arbeitskammer
- 4 Unterdruckkammer
- 5 Steuergehäuse
- 6 Reaktionsscheibe
- 7 Betätigungsstange
- 8 Membranteller
- 9 Ventilkolben
- 10 Ventilkörper
- 11 Querglied
- 12 Steuerventil
- 13 Sensorelement
- 14 Druckstange
- 15 erster Dichtsitz
- 16 zweiter Dichtsitz
- 17 Permanentmagnet

- 18 Rollmembran
- 19 Hall-Sensor
- 20 Elektromagnet
- 21 Halterung
- 22 Ventilfeder
- 23 Kopfflansch
- 24 dritter Dichtsitz
- 25 Verlängerung
- 26 Rückstellfeder
- 27 Kolbenstangenrückholfeder
- 28 Kanal
- 29 Kanal
- 30 Verschlußteil
- 31 Anker
- 32 Stift
- 33 Kraftübertragungsplatte
- 34 Ring
- 35 Haltearm
- 36 Nut
- 37 Führungsteil
- 38 Anschlag
- 39 Anschlagfläche
- 40 Druckfeder
- 41 Arbeitsluftspalt
- 42 Gehäusehälfte
- 43 Ringraum
- 44 Dichtfläche
- 45 Versteifungsscheibe
- 46 Spule
- 47 Permanentmagnet
- 48 Permanentmagnet
- 49 Hall-Sensor
- 50 Stirnfläche
- 51 Hohlraum
- 52 Kabel
- 53 Wegsensor a
- b
- s
- m Weg des Membrantellers
- Z Fahrzeugverzögerung
- B Beladungszustand
- 61 erste Verarbeitungsstufe
- 62 zweite Verarbeitungsstufe
- 63 dritte Verarbeitungsstufe
- 64 Verarbeitungsstufe
- 65 Verarbeitungsstufe
- 70 Tellerfeder
- 71 Scheibe

#### Patentansprüche

- 1. Verfahren zum Betrieb eines Bremskraftverstärkers mit bedarfsgerecht schaltbarem Verstärkungsfaktor, wobei der Bedarf aus Indikatoren ermittelt wird, die einen Verzögerungswunsch anzeigen, dadurch gekennzeichnet, daß die den Verzögerungswunsch anzeigen Indikatoren mit der tatsächlichen Verzögerung des Fahrzeugs in Relation gesetzt werden und der sich daraus ergebende bedarfsgerechte Verstärkungsfaktor zumindest während eines Bremsvorgangs quasi-kontinuierlich ermittelt und eingestellt wird.
- 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Indikator ein dem hydraulischen Druck in der Bremsanlage proportionales Signal verwendet wird.
- 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Indikator

der Weg (m) des Membrantellers (8) des Bremskraftverstärkers verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Indikator der Pedalweg ( $s_p$ ) verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärkungsfaktor (V) anhand der Indikatorwerte und der tatsächlichen Fahrzeugverzögerung (Z) aus einem Kennlinienfeld ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der tatsächlichen Fahrzeugverzögerung (Z) und eines dem Verzögerungswunsch entsprechenden Indikator ein "Pseudo-Beladungszustand" des Fahrzeugs ermittelt wird und aus diesem Pseudo-Beladungszustand und der tatsächlichen Verzögerung der erforderliche Verstärkungsfaktor (V) ermittelt wird.

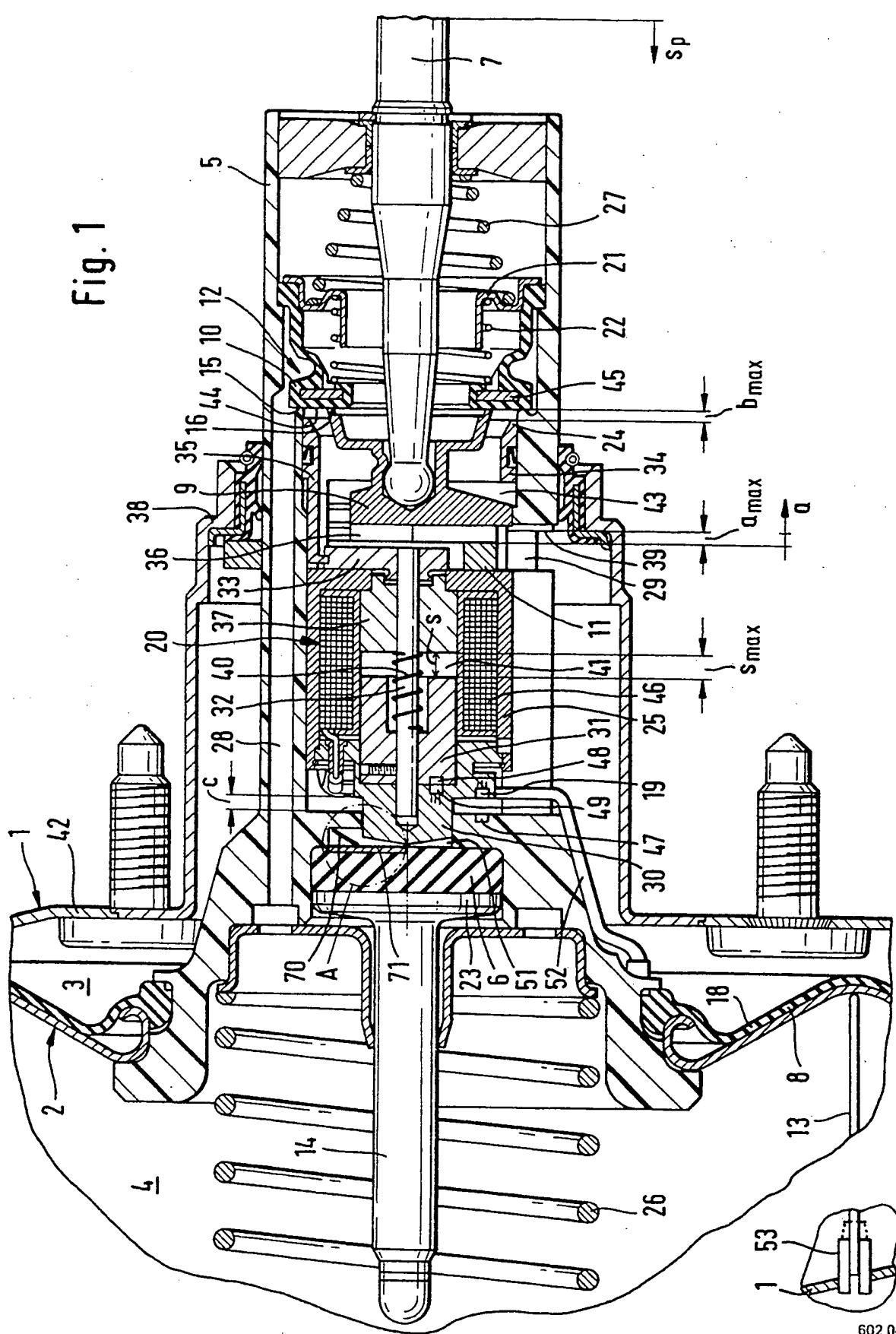
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zusatzkraft als Differenz einer aus dem Pseudo-Beladungszustand und der tatsächlichen Verzögerung ermittelten Gesamtbetätigungsmaß und einer für die tatsächliche Verzögerung charakteristischen Fahrerbetätigungsmaß gebildet und aus dieser Zusatzkraft ein erforderlicher Verstärkungsfaktor ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Wert der ermittelten Zusatzkraft eine Strecke ( $c_{soll}$ ) ermittelt wird, um die die Ruhelagen von Steuergehäuse und Kolbenstange gegeneinander verschoben werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



Nummer:  
Int. Cl. 6.  
Offenlegungstag:  
DE 195 11 844 A1  
B 60 T 13/10  
2. Oktober 1996

Fig. 2

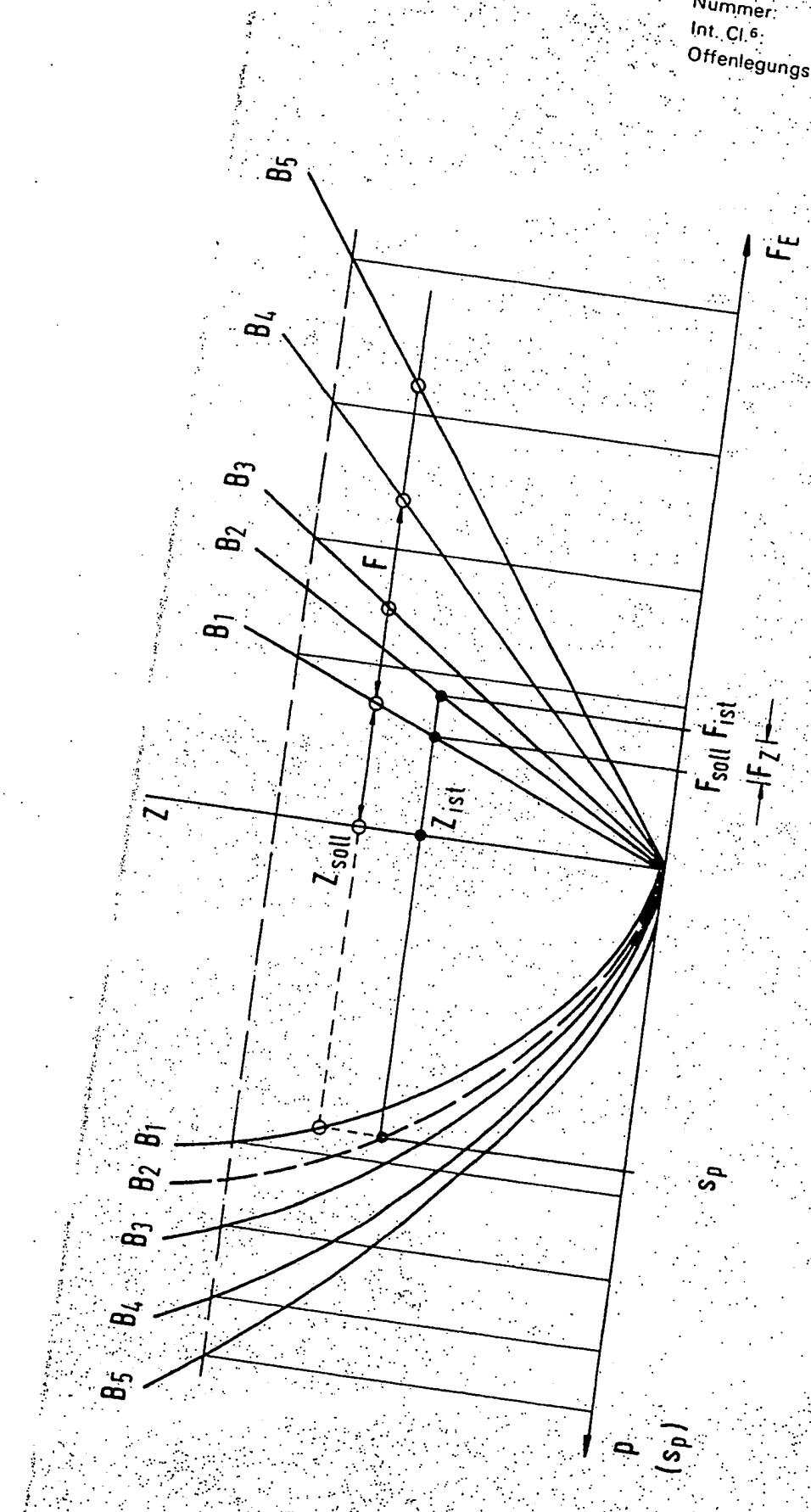
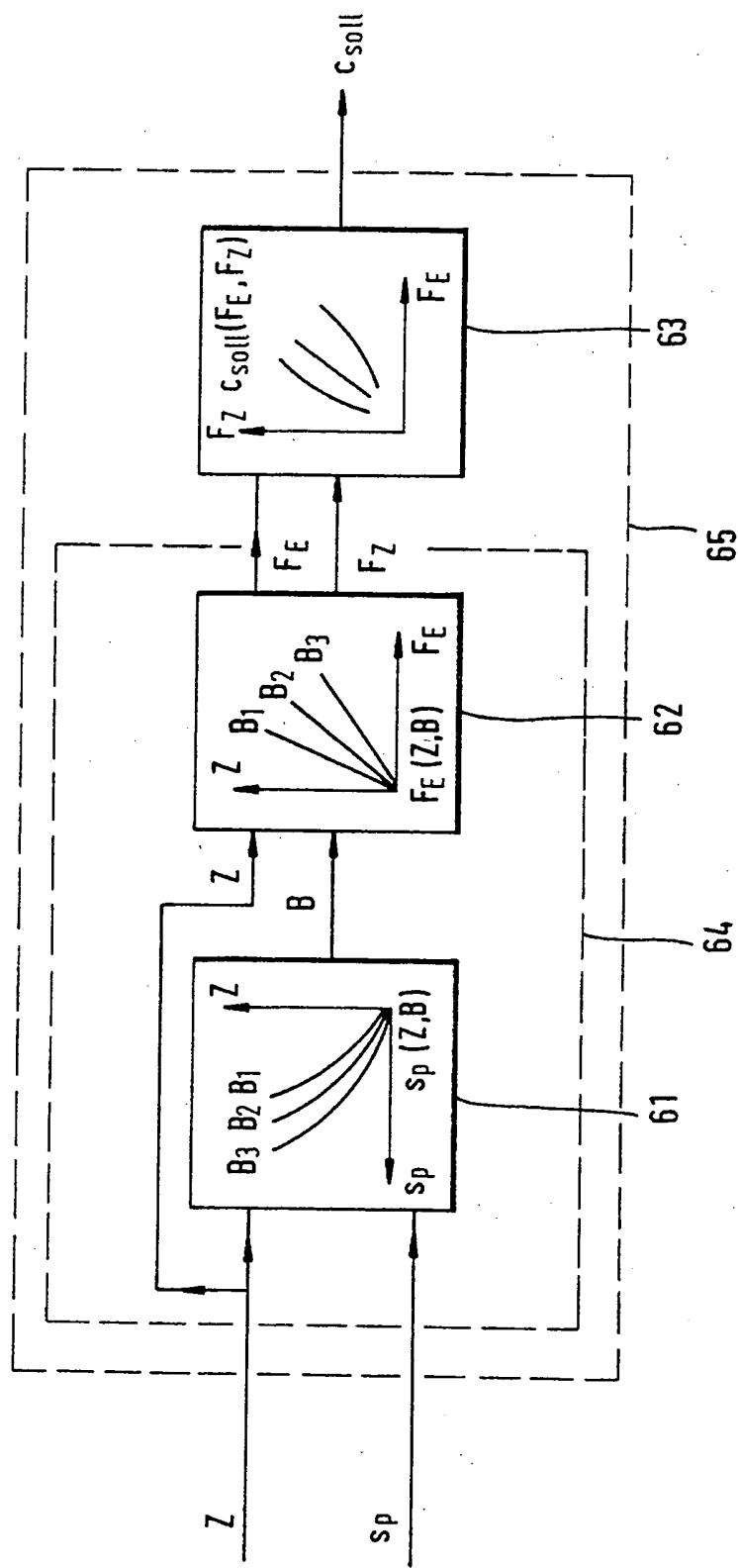


Fig. 3



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 195 11 844 A 1

(51) Int. Cl. 6:

B 60 T 13/10

B 60 T 8/28

B 60 T 8/30

B 60 T 13/66

B 60 T 13/52

(21) Aktenz. ichen: 195 11 844.8

(22) Anm. Idetag: 31. 3. 95

(23) Offenlegungstag: 2. 10. 96

71-13/72

B60T8/32D14

(71) Anmelder:

ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

(72) Erfinder:

Schonlau, Jürgen, 65396 Walluf, DE

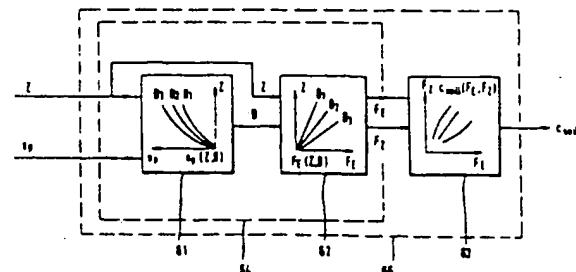
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 43 32 838 C1  
DE 42 34 043 C1  
DE 42 34 041 C1  
DE 40 28 290 C1  
DE 43 24 205 A1  
DE 43 09 850 A1  
DE 40 04 065 A1  
DE 40 03 957 A1  
DE 39 43 002 A1  
DE 38 44 068 A1  
DE 34 32 841 A1  
EP 01 36 689 A2

Automobil Revue, Nr.38/18. Sept. 1993, S.33;  
PICKENHAHN, Josef: Elektronisch geregelter  
Bremskraftverstärker. In: ATZ Automobiltechnische  
Zeitschrift 97, 1995, 1, S.36,37;

(54) Verfahren zum Betrieb eines Bremskraftverstärkers

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Bremskraftverstärkers mit bedarfsgerecht schaltbarem Verstärkungsfaktor, wobei der Bedarf aus Indikatoren ermittelt wird, die einen Verzögerungswunsch anzeigen. Diese Indikatoren werden mit der tatsächlichen Verzögerung des Fahrzeugs in Relation gesetzt und der sich daraus ergebende bedarfsgerechte Verstärkungsfaktor wird zumindest während eines Bremsvorgangs quasi-kontinuierlich ermittelt und eingestellt.



control of booster with variable  
boost factor

boost factor = f (Δ Soll-Ist)

DE 195 11 844 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08.96 602 040/393

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Bremskraftverstärkers mit bedarfsgerecht schaltbarem Verstärkungsfaktor nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein derartiges Verfahren ist bereits aus der DE 42 34 043 C1 bekannt. Hierbei ist eine Umschalteinrichtung vorgesehen, die den Bremskraftverstärker auf einem Betrieb mit erhöhtem Verstärkungsfaktor umschaltet, wenn die Geschwindigkeit mit der der Fahrer das Bremspedal betätigt, einen Schwellenwert überschreitet. Diese Umschaltfunktion tritt nur im Fall einer Panikbremsung auf, bei der das Bremspedal erfahrungsgemäß zunächst schnell betätigt wird, dann aber vom Fahrer eine für die erforderliche Verzögerung zu geringe Fußkraft auf das Pedal ausgeübt wird.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren vorzuschlagen, mit Hilfe dessen der Verstärkungsfaktor eines Bremskraftverstärkers in jeder Fahrersituation bedarfsgerecht geschaltet werden kann.

Erfindungsgemäß wird dazu vorgeschlagen, den oder die einen Verzögerungswunsch anzeigen Indikatoren mit der tatsächlichen Verzögerung des Fahrzeugs in Relation zu setzen, und den sich daraus ergebenden bedarfsgerechten Verstärkungsfaktor zumindest während eines Bremsvorgangs quasi-kontinuierlich, d. h. entweder analog, oder in sehr kurzen Zeitabständen, zu ermitteln und einzustellen. Dies hat den Vorteil, daß der Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers, d. h. die Abhängigkeit zwischen Eingangs- und Ausgangskraft, kontinuierlich variiert werden kann. Der Verzögerungswunsch kann dabei sowohl durch den Fahrer des Kraftfahrzeugs (Betätigen des Bremspedals) als auch durch eine Fremdbremsanlage (z. B. Regelung der Fahrdynamik, ASR, automatisches Abstandthalten o. ä.) generiert sein.

Die bei herkömmlichen Anlagen bestehende Abhängigkeit der erreichten Fahrzeugverzögerung von Fahrzeugvariablen Parametern, beispielsweise der Fahrzeugmasse sowie toleranzbehafteten Parametern, beispielsweise dem hydraulischen Wirkungsgrad der Bremsanlage oder den Belagreibwerten, beeinflußt das Verhältnis der eingebrachten Fußkraft zur erreichten Fahrzeugverzögerung. In der Praxis bedeutet dies eine geringere Abbremsung des beladenen Fahrzeugs gegenüber dem leeren Fahrzeug bei gleicher Fußkraft. Im Fall von Bremsbelag-Fading, d. h. einem stark erniedrigten Reibwert der Bremsbeläge, wird ebenfalls eine geringere Abbremsung des Fahrzeugs erzielt als im Normalzustand. Diese Schwankungen im Verzögerungs-/Fußkraft-Verhältnis äußern sich in einer für den Fahrer spürbaren Veränderung des gewohnten Fahrzeugsverhaltens. Die erfindungsgemäß kontinuierliche Anpassung des Verstärkungsfaktors an die tatsächliche Verzögerung ermöglicht ein konstantes Verhältnis von Fahrzeugverzögerung zu eingebrachter Fußkraft. Mit dem erfindungsgemäß Verfahren ist es möglich, bekannte umschaltbare Vakuumbremskraftverstärker zu verwenden, die lediglich in geringem Umfang modifiziert werden müssen. Die bekannten Vorteile können beibehalten werden, eine aufwendige Neuentwicklung ist nicht erforderlich.

Besonders vorteilhaft ist es, als Indikator für den Verzögerungswunsch ein dem hydraulischen Druck in der Bremsanlage proportionales Signal zu verwenden. Dieser Indikator ist vorzugsweise der Weg des Membrantellers des Bremskraftverstärkers relativ zum Verstär-

kergehäuse, kann aber beispielsweise auch der Weg der Betätigungsstange oder derjenige der Druckstange des Bremskraftverstärkers sein.

Erfindungsgemäß wird der Verstärkungsfaktor Z anhand der Indikatorwerte und der tatsächlichen Verzögerung V aus einem Kennlinienfeld ermittelt, welches beispielsweise in einer elektronischen Speichereinheit abgelegt sein kann. Ein derartiges Kennlinienfeld kann für jeden Fahrzeugtyp in Fahrversuchen ermittelt und entsprechend einprogrammiert werden. Es ist hierbei aber auch möglich, statt eines Kennlinienfeldes einen funktionalen Zusammenhang zu finden, bzw. Kennlinien durch einen angenäherten funktionalen Zusammenhang zu ersetzen.

Weiterhin ist erfindungsgemäß vorgesehen, aus der tatsächlichen Fahrzeugverzögerung und einem Verzögerungswunsch einen Pseudo-Beladungszustand des Fahrzeugs zu ermitteln, der zum einen einer geänderten Fahrzeugmasse, zum anderen aber auch einem geänderten hydraulischen Wirkungsgrad oder geänderten Belagreibwerten Rechnung trägt. Anhand dieses Pseudo-Beladungszustands kann der erforderliche Verstärkungsfaktor ermittelt werden.

Die Änderung des Verstärkungsfaktors des Bremskraftverstärkers kann dadurch simuliert werden, daß eine zusätzliche in Betätigungsrichtung der Betätigungsstange gerichtete Zusatzkraft aufgebracht wird. Dies kann durch eine geeignete Lageregelung eines dritten Dichtsitzes geschehen, wodurch eine der Fußkraft des Fahrers überlagerte Betätigung erfolgt und die relativen Ruhelagen (Druckhaltephase) von Steuergehäuse und Kolbenstange gegeneinander verschoben werden. Es ist hierbei auch möglich, eine variable Zusatzkraft über eine Feder aufzubringen, deren Vorspannung variiert werden kann.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der Beschreibung anhand der Abbildungen. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen Bremskraftverstärker zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 2 Diagramme p(Z, B) und F<sub>E</sub>(Z, B).

Fig. 3 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Das lediglich schematisch angedeutete Verstärkergehäuse 1 des in der Zeichnung dargestellten erfindungsgemäß Unterdruckbremskraftverstärkers ist durch eine axial bewegliche Wand 2 in eine Arbeitskammer 3 und eine Unterdruckkammer 4 unterteilt. Die axial bewegliche Wand 2 besteht aus einem aus Blech tiefgezogenen Membranteller 8 und einer daran anliegenden flexiblen Membran 18, die nicht näher dargestellt zwischen dem äußeren Umfang des Membrantellers 8 und dem Verstärkergehäuse 1 eine Rollmembran als Abdichtung bildet.

Ein durch eine Betätigungsstange 7 betätigbares Steuerventil 12 ist in einem im Verstärkergehäuse 1 abgedichtet geführten, die bewegliche Wand 2 tragen den Steuergehäuse 5 untergebracht und besteht aus einem am Steuergehäuse 5 ausgebildeten ersten Dichtsitz 15, einem an einem mit der Betätigungsstange 7 verbundenen Ventilkolben 9 ausgebildeten zweiten Dichtsitz 16 sowie einem mit beiden Dichtsitz 15, 16 zusammenwirkenden Ventilkörper 10, der mittels einer sich an einem Halter 21 abstützenden Ventilfeder 22 gegen die Ventilsitze 15, 16 gedrückt wird. Die Arbeitskammer 3 ist mit der Unterdruckkammer 4 über einen seitlich im Steuergehäuse 5 verlaufenden Kanal 28 verbindbar.

Die Bremskraft wird über eine stirnseitig am Steuergehäuse 5 anliegende gummielastische Reaktionsschei-

be 6 sowie eine einen Kopfflansch 23 aufweisende Druckstange 14 auf einen Betätigungs Kolben eines nicht dargestellten Hauptzylinders der Bremsanlage übertragen, der an der unterdruckseitigen, nicht gezeigten Verstärkergehäusehälfte angebracht ist.

Eine in der Zeichnung schematisch dargestellte Rückstellfeder 26, die sich an der unterdruckseitigen Stirnwand des Verstärkergehäuses 1 an einem nicht gezeigten Flansch abstützt, hält die bewegliche Wand 2 in der gezeigten Ausgangsstellung. Außerdem ist eine zweite Druckfeder 27 vorgesehen, die einerseits an der Betätigungsstange 7 und andererseits am Halter 21 abgestützt ist und deren Kraft für eine Vorspannung des Ventilkolbens 9 bzw. seines Ventilsitzes 16 gegenüber dem Ventilkörper 10 sorgt.

Um die Arbeitskammer 3 bei der Betätigung des Steuerventils 12 mit der Atmosphäre verbinden zu können, ist schließlich im Steuergehäuse 5 ein annähernd radial verlaufender Kanal 29 ausgebildet. Die Rückkehrbewegung des Ventilkolbens 9 am Ende eines Bremsvorganges wird dabei durch ein Querglied 11 begrenzt, das in der in der Zeichnung gezeigten Löstellung des Unterdruckbremskraftverstärkers an einem im Verstärkergehäuse 1 ausgebildeten Anschlag 38 anliegt.

Wie der Zeichnung weiter zu entnehmen ist, weist der Ventilkörper 10 eine mit den beiden Dichtsitz 15, 16 zusammenwirkende ringförmige Dichtfläche 44 auf, die mittels einer metallischen Versteifungsscheibe 45 versteift ist.

Um eine von der Betätigungsstange 7 unabhängige Fremdbetätigung des erfundungsgemäßen Unterdruckbremskraftverstärkers einzuleiten ist radial zwischen dem ersten Dichtsitz 15 und dem zweiten Dichtsitz 16 ein dritter Dichtsitz 24 vorgesehen, der mittels eines Elektromagneten 20 betätigbar ist, der vorzugsweise in einer axialen topfförmigen Verlängerung 25 des Ventilkolbens 9 angeordnet ist und demnach zusammen mit dem Ventilkolben 9 im Steuergehäuse 5 verschiebbar ist. Der Elektromagnet 20 besteht aus einer auf einem innerhalb der Verlängerung 25 befestigten Führungsteil 37 aufgesteckten Spule 46 sowie einem darin verschiebbar angeordneten zylindrischen Anker 31, der mit einem Stift 32 unlösbar verbunden ist, der einerseits im Führungsteil 37 und andererseits in einem die Verlängerung 25 verschließenden Verschlußteil 30 geführt wird. Durch den Anker 31 einerseits und das Führungsteil 37 andererseits wird ein Arbeitsluftspalt 41 des Elektromagneten 20 begrenzt. An seinem der Betätigungsstange 7 zugewandten Ende trägt der Stift 32 eine Kraftübertragungsplatte 33, die vorzugsweise rechteckig ausgebildet und in einer radialen Nut 36 des Ventilkolbens 9 angeordnet ist und die eine Übertragung der vom Elektromagneten 20 aufgebrachten Fremdbetätigungskraft auf den dritten Dichtsitz 24 ermöglicht. Der dritte Dichtsitz 24 ist zu diesem Zweck an einem im Steuergehäuse 5 abgedichtet geführten Ring 34 ausgebildet, der mittels zweier bzw. mehrerer Halterarme 35 mit der Kraftübertragungsplatte 33 verbunden ist. Zwischen dem teilweise ins Verschlußteil 30 hineinragenden Anker 31 und dem Führungsteil 37 ist eine Druckfeder 40 angeordnet, die den Anker 31 in seiner Ausgangslage hält, in der der dritte Dichtsitz 24 gegenüber dem am Ventilkolben 9 ausgebildeten zweiten Dichtsitz 16 um den Abstand  $b_{max}$  axial versetzt angeordnet ist. Das im Steuergehäuse 5 geführte Verschlußteil 30 liegt an der vorhin erwähnten Reaktionsscheibe 6 an und ermöglicht eine Übertragung der an der Betätigungsstange 7 eingeleiteten Eingangskraft auf die Reaktionsscheibe 6.

Bei einer durch Bestromen der Spule 46 eingeleiteten Fremdbremseung wird der Anker 31 entgegen der Kraft der Druckfeder 40 in der Zeichnung nach rechts verschoben, wodurch der Wert  $s$  des Arbeitsluftspalts 41 kleiner als der Ausgangswert  $s_{max}$  wird und der dritte Dichtsitz 24 zunächst nach Überbrückung des Abstandes  $b_{max}$  an der Dichtfläche 44 des Ventilkörpers 10 zur Anlage kommt. Der Wert des Arbeitsluftspalts 41 beträgt dann  $s = s_{max} - b_{max}$ . Durch diese Anlage wird der am Steuergehäuse 5 ausgebildete erste Dichtsitz 15 wirkungsmäßig überbrückt, so daß keine Verbindung zwischen Unterdruckkammer 4 und Arbeitskammer 3 mehr besteht. Anschließend bewegen sich der dritte Dichtsitz 24 und der Ventilkörper 10 zusammen weiter, wobei der zweite Dichtsitz 16 geöffnet und die Arbeitskammer 3 belüftet wird. Die Bewegung des dritten Dichtsitzes 24 dauert maximal so lange, bis der Anker 31 am Führungsteil 37 anschlägt und der Arbeitsluftspalt 41 zwischen den beiden Teilen zu Null wird ( $s = 0$ ).

Bei fehlender Betätigungsstange 7 läuft das Steuergehäuse 5 relativ zum Ventilkolben 9 um einen Weg vor, der maximal dem Abstand  $a_{max}$  zwischen dem Querglied 11 und einer am Steuergehäuse 5 ausgebildeten Anschlagfläche 39 entspricht. Ursache hierfür ist die Kolbenstangenrückfeder 27, die über die Betätigungsstange 7 den Ventilkolben 9 nach rechts bewegt und versucht, den zweiten Dichtsitz 16 wieder zu schließen. Da sich aber der dritte Dichtsitz 24 auf Grund der festen Verbindung von Elektromagnet 20 und Ventilkörper 9 synchron mitbewegt, wird der Spalt zwischen dem Ventilkörper 10 und dem zweiten Dichtsitz 16 offen gehalten, und zwar um das Maß  $s_{max} - b_{max}$  ( $s = 0$ ). Hierdurch wird die Arbeitskammer 3 mit der Atmosphäre verbunden und es wird eine Bremskraft in den Hauptzylinder ermöglicht.

Solange der dritte Dichtsitz 24 über den zweiten Dichtsitz 16 hinaus nach rechts verschoben ist ( $s < s_{max} - b_{max}$ ), wird die Arbeitskammer 3 belüftet. Bewirkt durch eine Stromänderung im Elektromagnet 20 kann der dritte Dichtsitz 24 soweit nach links verschoben werden, daß er auf gleicher Höhe mit dem zweiten Dichtsitz 16 liegt, wobei letzterer auf dem Ventilkörper 10 zur Anlage kommt. Dabei werden die Arbeitskammer 3 und die Unterdruckkammer 4 gegeneinander und von der Atmosphäre abgetrennt. Der in der Arbeitskammer 3 herrschende Druck wird beibehalten, die Stellung des Membrantellers 8 bleibt konstant und somit auch die über die Druckstange 14 auf den nicht dargestellten Hauptzylinder ausgeübte Kraft. Dies entspricht einer Druckhaltephase, die solange andauert, wie der Elektromagnet 20 mit einem konstanten Strom beaufschlagt wird und somit der Anker 31 eine feste Stellung bezüglich dem Ventilkolben 21 einnimmt.

Soll die Bremskraft nun fremdbetätigt erhöht werden, so wird der den Elektromagnet 20 beaufschlagende Strom erhöht, wodurch der Anker 31 weiter nach rechts verschoben wird. Der Wert des Arbeitsspalt beträgt dann  $s < s_{max} - b_{max}$ . Gleichzeitig verschiebt der dritte Dichtsitz 24 den Ventilkörper 10 geringfügig nach rechts, so daß der zweite Dichtsitz 16 abhebt und die Arbeitskammer 3 mit Atmosphäre verbindet. Die Druckerhöhungsphase hält so lange an, bis der dritte Dichtsitz 24 wieder in die Druckhaltestellung ( $s = s_{max} - b_{max}$ ) verschoben ist, d. h. der zweite Dichtsitz 16 wieder am Ventilkörper 10 anliegt.

Ein geringer Druckabbau kann dadurch erzielt werden, daß der den Elektromagnet 20 beaufschlagende Strom geringfügig vermindert wird, wodurch der Ar-

beitsspalt 41 größer wird ( $s > s_{\max} - b_{\max}$ ) und der dritte Dichtsitz 24 von dem Ventilkörper 10 abhebt. Somit wird eine Verbindung zwischen der Unterdruckkammer 4 und der Arbeitskammer 3 hergestellt, wobei der Druck in letzterer abgebaut wird und sich das Steuergehäuse 5 nach rechts verschiebt. Dieser Druckabbau hält solange an, bis entweder der dritte Dichtsitz 24 oder der erste Dichtsitz 15 am Ventilkörper 10 zur Anlage kommen. Ersteres tritt ein, wenn der den Elektromagnet 20 beaufschlagende Strom wieder entsprechend erhöht wird, so daß  $s = s_{\max} - b_{\max}$  gilt. Letzteres entspricht einem kompletten Druckabbau. Über den offenen ersten Dichtsitz 15 wird die Arbeitskammer 3 dabei solange entlüftet, bis die Rückstellfeder 26 die Steuergruppe in ihre Ausgangslage zurückgestellt hat und das Querglied 11 am Anschlag 38 zur Anlage kommt. Der Ventilkolben steht nun bezüglich des Verstärkergehäuses 1 fest, das Steuergehäuse 5 kann sich solange bewegen, bis es an der auf der Zeichnung linken Seite des Querglieds 11 zur Anlage kommt und der erste Dichtsitz 15 geschlossen wird. Das Gerät ist dann in Lösestellung.

Im Ausschnitt A der Fig. 1 ist ein alternatives Ausführungsbeispiel des Bereichs der Reaktionsscheibe 6 angegeben.

Dabei ist eine Tellerfeder 70 im Steuergehäuse 5 um den Verschlußteil 30 herum angeordnet. Tellerfeder 70 und Verschlußteil 30 können über eine aus festem Material bestehende Scheibe 71 auf die aus elastomerem Material bestehende Reaktionsscheibe 6 einwirken. Je größer der Abstand  $c_{\text{ soll}}$  der Ruhelagen von Steuergehäuse 5 und Verschlußteil 30 ist, desto größer ist der Anteil der Reaktionskraft, der durch die Feder 70 auf genommen wird. Dies entspricht einer zusätzlich zur vom Fahrer auf die Betätigungsstange 7 ausgeübten Zusatzkraft.

Eine Normalbremsung, d. h. eine Bremsung ohne 35 Freimdbetätigung des Bremskraftverstärkers läuft wie folgt ab:

Eine vom Fahrer des Kraftfahrzeugs über ein Pedal auf die Betätigungsstange 7 ausgeübte Kraft bewirkt, daß sich der Ventilkolben 9 nach links bewegt. Da dabei zunächst die Vorspannkraft der Kolbenstangenrückholfeder 27 überwunden werden muß, hebt der zweite Dichtsitz 16 erst nach Überschreiten einer Mindestkraft vom Ventilkörper 10 ab.

Dabei wird die Arbeitskammer 3 belüftet, der zwischen Arbeitskammer 2 und Unterdruckkammer 4 herrschende Druckunterschied bewirkt, daß sich der Membranteller 8 nach links bewegt. Diese Bewegung wird über die Reaktionsscheibe 6 auf die Druckstange 14 und somit auf den Hauptzylinder übertragen. Die vom Kopfflansch 43 auf die Reaktionsscheibe 6 ausgeübt Reaktionskraft bewirkt, daß diese sich in den in der Ruhestellung zwischen ihr und dem Verschlußteil 30 befindlichen Hohlraum 51 eindringt und somit auch einen Teil der Reaktionskraft auf die Betätigungsstange 7 überträgt. Je weiter der Membranteller 8 nach links verschoben ist, desto größer wird der Anteil der Reaktionskraft der auf die Betätigungsstange 7 wirkt und dem Fahrer ein Gefühl für den hydraulischen Druck in der Bremsanlage, und somit für die Stärke der Bremsung vermittelt. Insbesondere die Keilform des Verschlußteils 30 bewirkt, daß zunächst lediglich die Spitze anliegt (geringerer Flächenanteil) und bei weiterem Eindringen der Reaktionsscheibe nach und nach die gesamte Fläche des Verschlußteils 30 (größerer Flächenanteil).

Ist das Fahrzeug schwer beladen, so ist ein erhöhter hydraulischer Druck in der Bremsanlage erforderlich, um die gleiche Verzögerung wie bei einem unbeladenen

Fahrzeug zu erhalten. Dies ist in dem linken Diagramm der Fig. 2 gezeigt, in dem für verschiedene Beladungszustände B des Fahrzeugs der Zusammenhang zwischen in der Bremsanlage herrschendem Druck  $p$  (Z, B) und der tatsächlichen Fahrzeugverzögerung Z dargestellt ist. Dabei entspricht die Kurve mit dem Parameter  $B_1$  einem leeren Fahrzeug, die Kurven mit den Parametern  $B_2, B_3$  und  $B_4$  verschiedenen schwer beladenen Fahrzeugen und die Kurve mit dem Parameter  $B_5$  einem "Weichwerden" der Bremsbeläge, dem sogenannten Fading. Letzteres kann auch bei leerem Fahrzeug auftreten, so daß  $B_5$  einem Pseudo-Beladungszustand entspricht. Bei konstantem Verstärkungsfaktor des Bremskraftverstärkers ist der in der Bremsanlage herrschende Druck  $p$  proportional  $s_p$ , was durch in Klammern aufgeführte  $s_p$  angedeutet ist. Den Kurven im linken Teil der Fig. 2 können entsprechende Kurven im rechten Teil zugeordnet werden, die die vom Fahrer aufzuwendende Eingangskraft  $F_E$  (Z, B) in Abhängigkeit von der Verzögerung Z und dem Beladungszustand B des Fahrzeug darstellen. Da der Verstärkungsfaktor V des Bremskraftverstärkers konstant ist, ergeben sich für verschiedene Beladungszustände  $B_1$  bis  $B_5$  verschieden stark geneigte Kennlinien  $F_E$  (Z, B). Das heißt, die vom Fahrer aufzuwendende Kraft  $F_E$  entspricht für verschiedene Beladungszustände B verschiedenen Verzögerungswerten Z.

Im Bremskraftverstärker sind folgende Sensoren angeordnet: Ein Hall-Sensor 19 ist im Verschlußteil 30 gegenüber einem im Steuergehäuse 5 angeordneten Permanentmagnet 47 angeordnet und sensiert somit die Relativlage von erstem Dichtsitz 15 zu zweitem Dichtsitz 17. Ein weiterer Hall-Sensor 49 ist im Verschlußteil 30 gegenüber einem Permanentmagnet 48 angeordnet, welcher im Anker 31 befestigt ist. Der Hallsensor 49 sensiert somit die relative Lage von zweitem Dichtsitz 16 zu drittem Dichtsitz 24. Vorteilhaftweise sind die Hall-Sensoren 19 und 49 im Verschlußteil 30 angeordnet, da dieses ohnehin mit einem Kabel 52 zur Versorgung des Elektromagneten 20 nach außen verbunden ist. Es ist aber durchaus möglich entsprechende Sensoren an anderen geeigneten Stellen anzubringen. Am Verstärkergehäuse 1 ist ein Wegsensor 53 angeordnet, der über ein Sensorelement 13 den Weg m der Membran 8 sensiert. Die Lage auch dieses Sensors ist nur schematisch angedeutet. Aus den Meßwerten der Sensoren 19 und 53 kann der Radweg  $s_p$ , den die Betätigungsstange 7 zurücklegt, ermittelt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nun anhand der Fig. 3 erläutert.

Ein Verzögerungssignal Z, welches aus den Meßwerten von Radsensoren in bekannter Weise erzeugt worden ist und der in der Bremsanlage herrschende Druck  $p$  bzw. ein diesem Druck proportionales Signal wie der Weg m des Membrantellers 8 oder der Pedalweg  $s_p$  werden in einer ersten Verarbeitungsstufe 61 zur Ermittlung des Beladungszustands B verknüpft. Dies erfolgt anhand einer Kennlinienschar  $p$  (Z, B), wie zum linken Teil der Fig. 2 beschrieben.

In einer zweiten Verarbeitungsstufe 62 werden Beladungszustand B und tatsächliche Fahrzeugverzögerung Z anhand einer Kennlinienschar  $F_E$  (Z, B) verknüpft. Dies kann anhand eines Kennlinienfelds entsprechend dem rechten Teil der Fig. 2 erfolgen. Ausgangsgrößen sind hier sowohl der tatsächliche Wert  $F_E$  (Z, B) als auch 65 eine theoretische Zusatzkraft  $F_Z = F_E$  (Z, B) -  $F_E$  (Z,  $B_1$ ) die der Differenz der tatsächlich aufgewandten Eingangskraft beim Beladungszustand B zu der bei unbeladenem Fahrzeug bei gleicher Verzögerung aufzubrin-

genden Eingangskraft  $F$  entspricht:

In einer dritten Verarbeitungsstufe 63 werden die Werte  $F$ ,  $Z$  zur Ermittlung eines Sollwerts  $c_{soll}$  verknüpft, der dem Abstand von Steuergehäuse 5 und Verschlußteil 30 entspricht.

Dieser Sollwert wird im Lageregler des dritten Dichtsitz 24, der den Elektromagnet 20 entsprechend regelt, als Sollwert vorgegeben, der Istwert wird vom Hall-Sensor geliefert.

Die Kennlinienfelder der ersten Verarbeitungsstufe 62 können kombiniert werden, so daß die gestrichelt angedeutete Verarbeitungsstufe 64 entsteht. Auch diese kann mit der dritten Verarbeitungsstufe zur ebenfalls gestrichelt angedeuteten Verarbeitungsstufe 65 kombiniert sein. Der Sollwert  $c_{soll}$  wird somit direkt aus der Fahrzeugverzögerung  $Z$  und einem dem Druck  $p$  der Bremsanlage entsprechenden Signal ermittelt.

Der Verlauf eines entsprechenden Regelvorgangs wird nun anhand der Fig. 2 beschrieben. Der Pedalweg  $s_p$  wird mit der tatsächlichen Verzögerung  $Z_{ist}$  zur Ermittlung des Beladungszustands, hier  $B_2$  verknüpft (linker Teil der Fig. 2). Aus dem Wert von  $B_2$  und  $Z_{ist}$  wird die tatsächliche Eingangskraft  $F_{ist}$  im rechten Teil der Fig. 2 ermittelt. Aus dem Vergleich mit der dem leeren Fahrzeug (Beladungszustand  $B_1$ ) entsprechenden Wert  $F_{soll}$  zur Verzögerung  $Z_{ist}$  ergibt sich eine Zusatzkraft  $F_Z$ , die aufgebracht werden muß, damit der Fahrer das Gefühl eines unbeladenen Fahrzeugs ( $F_{soll}$ ) vermittelt bekommt.

Der Wert  $c_{soll}$  wird wie zu Fig. 3 beschrieben ermittelt und eingestellt bzw. als Sollwert vorgegeben und eingeregt, wobei das Steuergehäuse 5 relativ zur Betätigungsstange 7 nach links verschoben wird, wodurch sich der Druck in der Bremsanlage erhöht. Der Weg  $s_p$  der Betätigungsstange 7 ändert sich dabei nicht; wohl aber der Druck  $p$ , die Fahrzeugverzögerung  $Z$  erhöht sich auf den Wert  $Z_{soll}$ . Die Kennlinie  $B_1$  des leeren Fahrzeugs wird eingenommen. Es ist daher erforderlich, zur Bestimmung des Beladungszustands den Pedalweg zu kennen. Das angeführte Beispiel ist mit stark überhöhten Werten dargestellt. Tatsächlich erfolgt die Auswertung der Eingangssignale in extrem kurzen Zeitabständen, d. h. quasi-kontinuierlich, so daß nur sehr geringe vom Fahrer nicht zu spürende Sprünge in der Verzögerung  $Z$  auftreten. Die Abweichung des tatsächlichen Fahrzeugzustands von der Leerkennlinie  $B_1$  liegt in einem schmalen Band um die Idealkennlinie des leeren Fahrzeugs.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Verstärkergehäuse
- 2 bewegliche Wand
- 3 Arbeitskammer
- 4 Unterdruckkammer
- 5 Steuergehäuse
- 6 Reaktionsscheibe
- 7 Betätigungsstange
- 8 Membranteller
- 9 Ventilkolben
- 10 Ventilkörper
- 11 Querglied
- 12 Steuerventil
- 13 Sensorelement
- 14 Druckstange
- 15 erster Dichtsitz
- 16 zweiter Dichtsitz
- 17 Permanentmagnet

- 18 Rollmembran
- 19 Hall-Sensor
- 20 Elektromagnet
- 21 Halterung
- 22 Ventilsfeder
- 23 Kopfflansch
- 24 dritter Dichtsitz
- 25 Verlängerung
- 26 Rückstellfeder
- 27 Kolbenstangenrückholfeder
- 28 Kanal
- 29 Kanal
- 30 Verschlußteil
- 31 Anker
- 32 Stift
- 33 Kraftübertragungsplatte
- 34 Ring
- 35 Haltearm
- 36 Nut
- 37 Führungsteil
- 38 Anschlag
- 39 Anschlagfläche
- 40 Drückfeder
- 41 Arbeitsluftspalt
- 42 Gehäusehälften
- 43 Ringraum
- 44 Dichtfläche
- 45 Versteifungsscheibe
- 46 Spule
- 47 Permanentmagnet
- 48 Permanentmagnet
- 49 Hall-Sensor
- 50 Stirnfläche
- 51 Hohlräum
- 52 Kabel
- 53 Wegsensor a
- 54 Wegsensor b
- 55 Weg des Membrantellers
- 56 Fahrzeugverzögerung
- 57 Beladungszustand
- 58 erste Verarbeitungsstufe
- 59 zweite Verarbeitungsstufe
- 60 dritte Verarbeitungsstufe
- 61 vierter Verarbeitungsstufe
- 62 fünfter Verarbeitungsstufe
- 63 sechster Verarbeitungsstufe
- 64 siebenter Verarbeitungsstufe
- 65 achter Verarbeitungsstufe
- 66 neunter Verarbeitungsstufe
- 67 Tellerfeder
- 68 Scheibe

50

55

60

65

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Bremskraftverstärkers mit bedarfsgerecht schaltbarem Verstärkungsfaktor, wobei der Bedarf aus Indikatoren ermittelt wird, die einen Verzögerungswunsch anzeigen, dadurch gekennzeichnet, daß die den Verzögerungswunsch anzeigen Indikatoren mit der tatsächlichen Verzögerung des Fahrzeugs in Relation gesetzt werden und der sich daraus ergebende bedarfsgerechte Verstärkungsfaktor zumindest während eines Bremsvorgangs quasi-kontinuierlich ermittelt und eingestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Indikator ein dem hydraulischen Druck in der Bremsanlage proportionales Signal verwendet wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Indikator

der Weg (m) des Membrantellers (8) des Bremskraftverstärkers verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Indikator der Pedalweg ( $s_p$ ) verwendet wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Verstärkungsfaktor (V) anhand der Indikatorwerte und der tatsächlichen Fahrzeugverzögerung (Z) aus einem Kennlinienfeld ermittelt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der tatsächlichen Fahrzeugverzögerung (Z) und eines dem Verzögerungswunsch entsprechenden Indikator ein "Pseudo-Beladungszustand" des Fahrzeugs 15 ermittelt wird und aus diesem Pseudo-Beladungszustand und der tatsächlichen Verzögerung der erforderliche Verstärkungsfaktor (V) ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zusatzkraft als Differenz einer 20 aus dem Pseudo-Beladungszustand und der tatsächlichen Verzögerung ermittelten Gesamtbetätigungs kraft und einer für die tatsächliche Verzögerung charakteristischen Fahrerbetätigungs kraft gebildet und aus dieser Zusatzkraft ein erforderlicher 25 Verstärkungsfaktor ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß aus dem Wert der ermittelten Zusatzkraft eine Strecke ( $c_{soll}$ ) ermittelt wird, um die die Ruhelagen von Steuergehäuse und Kolbenstange 30 gegeneinander verschoben werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Fig. 2

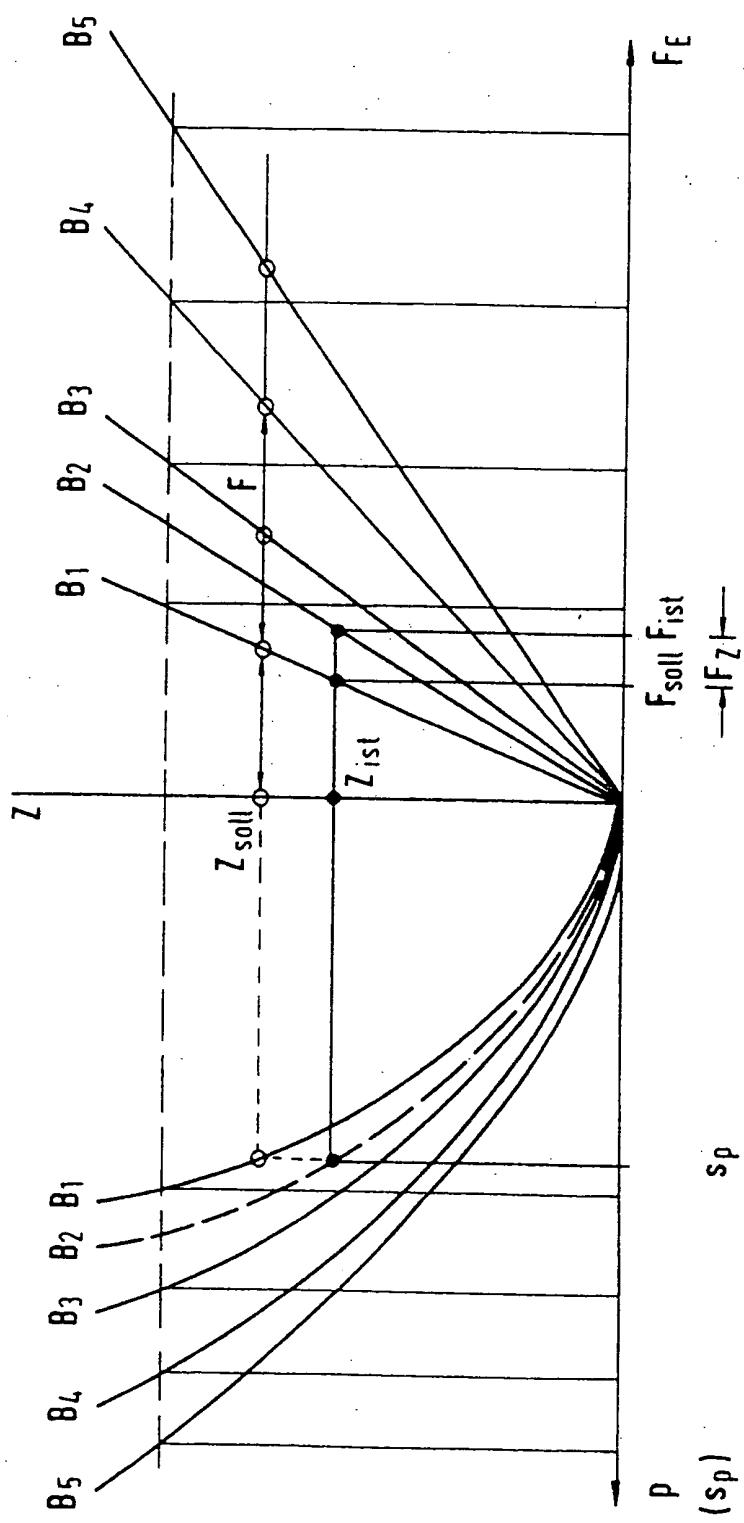


Fig. 3

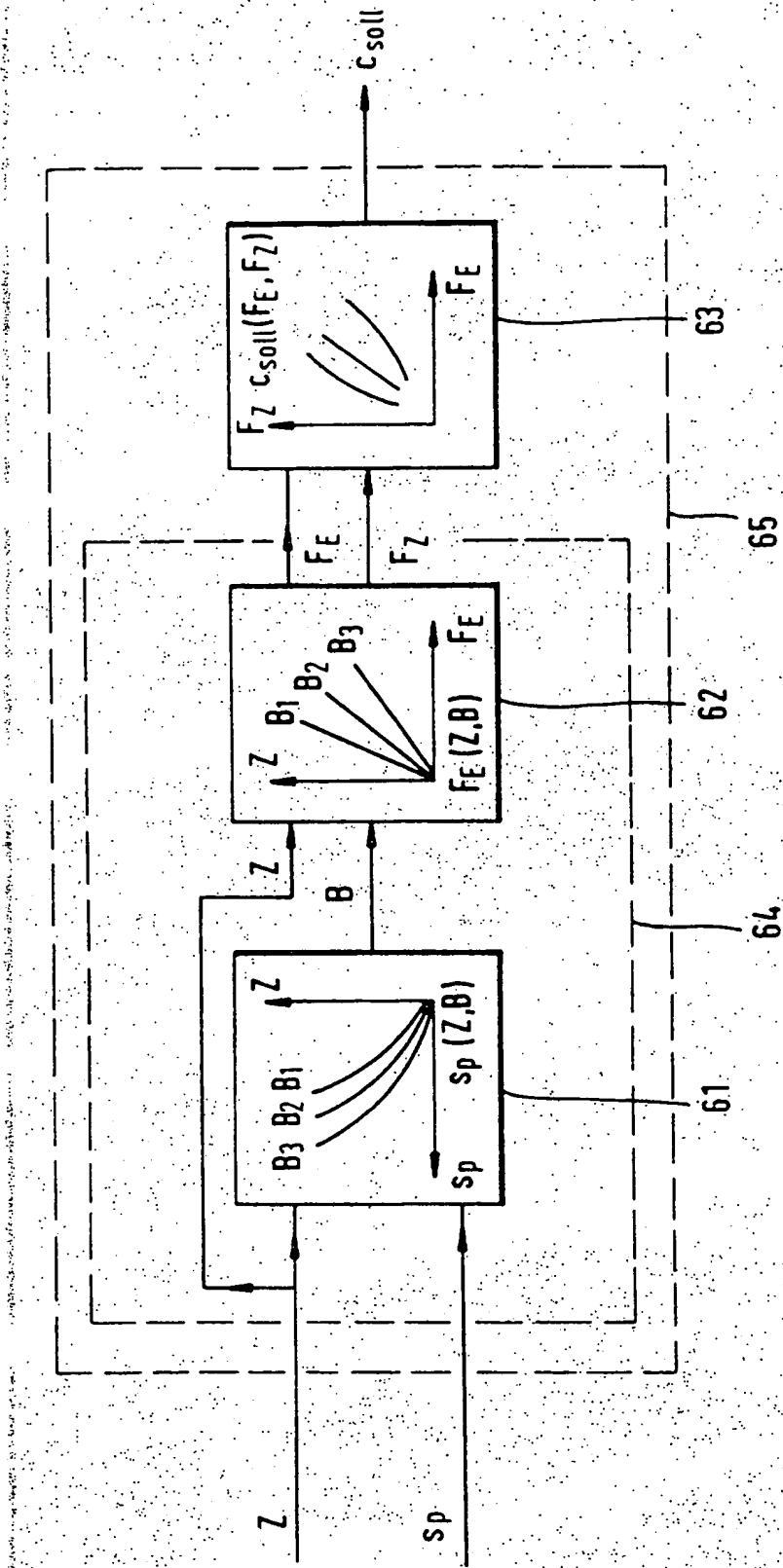


Fig. 1

